

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

# 内航船ウェザールーティングの開発と改善に関する研究

著者	小林 充
学位名	博士（工学）
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2019
学位授与番号	12614 博甲第552号
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00001890/">http://id.nii.ac.jp/1342/00001890/</a>

## 博士学位論文内容要旨 Abstract

専攻 Major	応用環境システム学	氏名 Name	小林 充
論文題目 Title	内航船ウェザールーティングの開発と改善に関する研究		

本研究では、内航海運の燃料消費量削減を目的とし、ウェザールーティングシステムを構築した。ウェザールーティングは既に外航船の分野では実用化されてコンテナ船などで普及していたが、内航船の分野では効果が少ないとされていたために参入する企業がなく、内航船向けのウェザールーティングは存在していなかった。これに対して、その効果があることを明らかにし、内航船向けにウェザールーティングシステムを構築して研究目的ではなく乗組員が操作して結果を得て航海できるように船載機と陸上サーバーを整備し、実用化システムを構築したものである。また、運用していくにあたりその普及を妨げる要因を明らかにして改善するとともに、ウェザールーティングの性能を左右する船舶偏流の推定を高精度化するために、AIS（Automatic Identification System、自動船舶識別装置）受信データによって偏流の現況を推定するアルゴリズムを考案して検証した。

まずは第2章において、内航船ウェザールーティングの効果を検証した。内航船においては航路の選択幅が極めて狭く、燃料消費量削減効果が疑問視されていたことや、ウェザールーティングの大きな目的である荒天避航を避けた航路を計画するというウェザールーティング導入のアドバンテージが内航船向けには得られないことから、これまで導入の効果が疑問視されていたが、内航船では到着の遅れを防ぐため一般的に減速航海をせずに航海して到着港付近で沖待ちをしていることや、海流の状態にかかわらずほぼ毎回同じ航路を通航していることから、気象海象推定や実海域船舶運航性能推定を高精度に行うことで、航路選択による燃料消費量削減効果や、到着時刻の高精度化による減速運航を行いさらに燃料消費量削減効果を得られる見込みがあることを明らかにした。また、実海域運航性能の実験的な推定手法、最適航路計算アルゴリズムを実装し、低速船・高速船各1隻を対象として実験を行った。ウェザールーティングの性能として、航路計画により常用航路に比べ3.5～4.6%の燃料消費量削減効果を実証した。到着時刻を維持する船速計画実験では到着時刻の誤差が3分以内に収まり、ほぼ定刻到着を実現した。

この結果を得て第3章では、内航船ウェザールーティングを実用化するシステムの構築を行い、乗組員が自ら操作し計算結果を確認して操船できる陸上サーバーシステム、船載機システムを設計構築した。内航船、特に既存運航船は航海計器を外部機器に容易に接続して値を出力するには設計されておらず、また航海計器の構成も個船ごとに異なるため、導入を容易にするためにインタフェースやプログラムで対応できる運航モニタリングシステムを開発した。内航船および日中航路の船舶の計7隻に導入し乗組員により航海実験を行ったところ、燃料消費削減率が1.1～4.3%程度であることを実証した。また、第2章で構築した実海域船舶運航性能推定に導入した回帰分析による実験的な性能手法についても検証し、効果があることが明らかになった。そのほか、ウェザールーティングの性能が発揮されず不向きである船舶・航路の条件や、システムの普及に際して妨げとなる課題等についても明らかになった。

これまでに構築したシステムでは、ウェザールーティングの性能を最大化させるために個船の実海域船舶運航性能を精度よく推定するため、船型など造船所と秘密保持契約を締結しないと入手できない、もしくは入手が困難な資料を必要とし、また軸馬力計など高価でドックでの工事が必要な装置を設置し数か月の期間航海モニタリングを行ってデータを収集するなど、費用・手数・期間を要した。これでは対象となる船舶の範囲が狭まり普及の妨げになるため、第4章ではウェザールーティングの

性能を大きく棄損せずに、これらの資料や機材を使わずに簡易的に性能推定を行う手順や推定式を作成し適用した。簡易手法と従来の詳細手法について船速推定誤差を比較しても同等であり、また両手法で最適航路を作成して燃料消費量削減率をシミュレーションで求めたところほとんど遜色がなく、内航船ウェザールーティングの実海域船舶運航性能推定手法として十分利用可能であることが分かった。

内航船ウェザールーティングにおいて航路選択の最も重要な要因になるのは船舶の偏流（ドリフト）である。これは既存の海流推定システムによる推定結果の表層海流を利用しているが、時空間的にスパースである衛星からの海面高度、温度からの推定結果であり誤差が大きいため、第5章において船舶偏流の直接的観測であるAIS受信データを利用して偏流の現況を把握するアルゴリズムを考案した。AISレコードには対水船速が記録されておらず工夫が必要であったが、黒潮沿岸域において既存の海流推定を用いるより高精度で推定できた。また推定精度は風速によらず既存海流推定より優位であった。またAISのみでは受信データ件数の少ない海域では推定不能であったが、既存海潮流推定と統合することにより推定不能エリアのない、高精度な偏流マップを作成できた。

本研究により、内航船ウェザールーティングの燃料消費量削減効果が実証され、また乗組員が自ら操作し航海できる一連のシステムが構築された。第3章で構築された内航船ウェザールーティングサービス、船載機システム、第4章で構築された船舶運航性能の簡易手法は商品化され、現在も多くの内航船舶に導入が進められて運用されている。